

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-305001

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

G01L 19/06

G01L 9/04

(21)Application number : 2000-123893

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES &amp; DEV LAB INC

(22)Date of filing : 25.04.2000

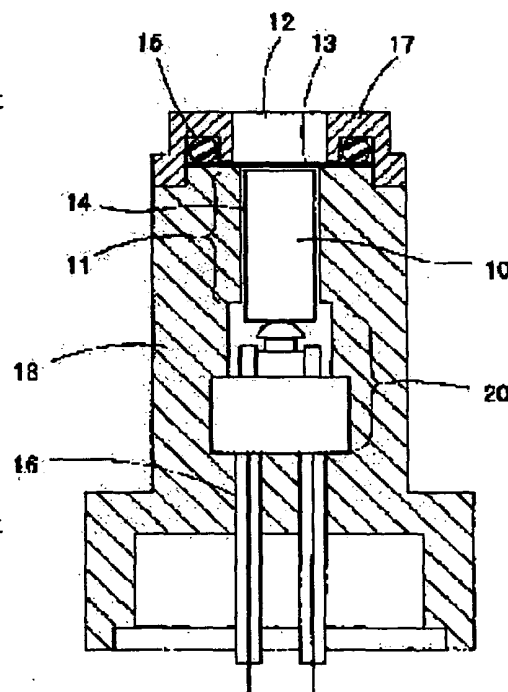
(72)Inventor : TSUKADA ATSUSHI  
MIZUNO KENTAROU  
NONOMURA YUTAKA  
TOKUMITSU SANAE

## (54) PRESSURE SENSOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly precise pressure sensor.

SOLUTION: This sensor transmits a pressure to a pressure detection part 20 by a piston 10 and detects the external pressure. The piston 10 is so arranged that its top end and the top end of a piston guide part 11 are flush with each other. A pressure diaphragm 13 is arranged on the same plane and tightly sealed by an O ring 15 and a fixed cover 17. This constitution can shield the external pressure parts and the internal pressure part and prevent the pressure leakage. The pressure detection part 20 is set to a highly rigid type pressure sensor. This constitution can make the displacement of the pressure diaphragm 13 and the piston to several  $\mu\text{m}$  and set the pressure bearing area constant irrelevant to the impressed pressure. The pressure can be detected linearly accurately. A solid lubricant is applied on a piston sliding part 14. This application reduces the friction force of the piston 10 so as to highly precisely detect the external pressure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The pressure sensor characterized by the bird clapper from the pressure septum film which is the pressure sensor which detects the pressure of a gas or a liquid, is prepared in the upper-limit section of the piston which transmits the aforementioned pressure, a piston guide means slide this piston along with the piston sliding section, and this piston guide means, and isolates the interior of this piston guide means, and the exterior which should measure, and the pressure detection element which change the variation rate of the aforementioned piston into an electrical signal, and detect it.

[Claim 2] The upper-limit section of the aforementioned piston and the upper-limit section of the aforementioned piston guide means are a pressure sensor according to claim 1 characterized by being formed so that it may become an abbreviation same flat surface.

[Claim 3] The aforementioned pressure septum film is the pressure sensor of the publication according to claim 1 or 2 characterized by applying a binder to the rear-face periphery, pasting the upper-limit side of the aforementioned piston guide means, and forming in the aforementioned rear-face center section the binder mixing prevention film which prevents mixing to the aforementioned piston sliding section of the aforementioned binder.

[Claim 4] The aforementioned piston is a pressure sensor given in any 1 term according to claim 1 to 3 to which it has a flange in the lower part, and this flange is characterized by preventing the protrusion to the exterior of the aforementioned piston in contact with the above-mentioned piston guide means at the time of negative pressure.

[Claim 5] A pressure sensor given in any 1 term of the claim 1 characterized by applying the solid lubricant to the aforementioned piston sliding section, or a claim 4.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the pressure sensor which detects an external pressure with the pressure detection element formed on the substrate. It is related with the highly precise pressure sensor which make a pressure transmit with a sufficient precision at a piston, and the piston is made to act on a pressure detection element, and is detected especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Before, there is a pressure sensor using distorted resistance. It forms on a diaphragm the piezoresistive element which is distorted resistance, detects bending of the diaphragm by the pressure by the piezoresistive element, and changes it into a pressure. There is other JP,6-94556,A. The composition cross section is shown in drawing 6. This consists of diaphragms 112 which detect the press with the piston guide 113 and piston 114 to which the variation rate of the piston 114 which mainly has the parietal region 120, and its piston 114 is carried out. It is the sensor detected by the distorted resistance 118a-118d which the diaphragm 112 was made to always press the parietal region 120 of a piston 114, and formed on the diaphragm 112 with the spring 118 in detail, the variation rate, i.e., the pressure fluctuation, of a piston 114 at the time of pressure impression.

[0003] The feature of the above-mentioned composition is having formed the parietal region 120 in the other end of a piston 114. This is the composition of always making a point of contact with a diaphragm 112 into the same point, and detecting a pressure with sufficient repeatability. Moreover, it is the composition of decreasing the variation in the detection value between sensors by that cause. Moreover, the pressure-receiving structure by the central rigid-body section 122 which this parietal region 120 and the center section of the diaphragm 112 projected is also the feature. Thereby, a sensor is high-pressure[-proof]-ized. Usually, when high-pressure[-proof]-izing a pressure sensor, it is necessary to thicken a diaphragm for destructive prevention of a sensor. It will bend, if a diaphragm is thickened, and an amount will decrease, and susceptibility will decrease. however, the above-mentioned pressure-receiving structure -- the distorted resistance 118 of diaphragm 112 rear face -- about a-118d is incurvated more efficiently, and distorted susceptibility, i.e., pressure susceptibility, is increased That is, even if it thickens a diaphragm, it is the composition of detecting the high-pressure force with a sufficient precision.

[0004]

[The technical problem which invention will solve and to carry out] However, in the pressure sensor only using the conventional diaphragm, the diaphragm itself may have been damaged under high pressure. Moreover, in order to measure high pressure, when thickening a diaphragm thought and \*\* thickened the diaphragm as mentioned above, the deformation amount (susceptibility) of the whole diaphragm was not able to decrease, and high pressure was not able to be detected with a sufficient precision. Moreover, with O ring 116, the piston 114 was surrounded and above-mentioned JP,6-94556,A has isolated the exterior which should be measured, and the interior which the distorted resistance 118a-118d which is sensors has set, as shown in drawing 6. However, with this composition, at the time of pressure impression, frictional force and elastic shearing stress were not able to arise between the piston 114 and O ring 116, and an external pressure was not able to be correctly transmitted to the distorted resistance 118a-118d. That is, the external pressure was correctly undetectable.

[0005] this invention is offering the high precision pressure sensor which sets pressure-receiving area of the piston constant while it is made in order to solve the trouble mentioned above, and the purpose's intercepts the external pressure section and the internal pressure section completely by the pressure septum film and preventing pressure leakage, and detects an external pressure with high precision. Moreover, it is that prepare a flange in the piston lower part and the flange offers the safe pressure sensor by which the sensor itself is not destroyed in contact with a piston guide at the time of negative pressure.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem the pressure sensor of a claim 1 The piston which is the pressure sensor which detects the pressure of a gas or a liquid, and transmits a pressure, A piston guide means to slide the piston along with the piston sliding section, It is prepared in the upper-limit section of a piston guide means, and is characterized by having the pressure septum film which isolates the interior of a piston guide means, and the exterior which should be measured, and the pressure detection element which changes the variation rate of a piston into an electrical signal, and detects it.

[0007] Moreover, the pressure sensor of a claim 2 is characterized by being formed so that the upper-limit section of a piston and the upper-limit section of a piston guide means may become an abbreviation same flat surface.

[0008] Moreover, according to the pressure sensor of a claim 3, a binder is applied to the rear-face periphery, a pressure septum film is pasted up on the upper-limit side of a piston guide means, and it is characterized by forming in the rear-face center section the binder mixing prevention film which prevents mixing to the piston sliding section of a binder.

[0009] Moreover, the pressure sensor of a claim 4 has a flange in the piston lower part, and the flange is characterized by preventing the protrusion to the exterior of a piston in contact with the above-mentioned piston guide means at the time of negative pressure. Moreover, the pressure sensor of a claim 5 is characterized by applying the solid lubricant to the piston sliding section.

[0010]

[Function and Effect] According to the pressure sensor of a claim 1, a piston is interpolated in the interior of a piston guide means, and it is constituted free [ displacement ] along with the sliding section inside a piston guide means. And the pressure septum film which isolates the exterior and the interior is prepared in the upper-limit section of a piston guide means, and the pressure detection element which changes the variation rate of a piston into an electrical signal under the piston is arranged. If a pressure is impressed from the exterior, through a pressure septum film, a piston will receive a pressure, will displace in accordance with a piston guide means, and will press the pressure detection element prepared in the piston lower part. And a pressure detection element outputs the electrical signal, for example proportional to the deformation amount by the press. At this time, press is produced with the variation rate of a piston. Therefore, a pressure detection element contains all the elements that detect the variation rate of a piston by change of physical quantity. For example, a pressure detection element contains the electrostatic-capacity type sensing element which detects a variation rate, a hall device, an optical element, a distorted resistance element, etc.

[0011] By this composition, a pressure septum film isolates completely the exterior which should be measured, and the interior where a pressure sensing element is arranged. That is, an external pressure is not made to \*\*\*\* inside. Therefore, it becomes the pressure sensor which does not produce an error by pressure leakage. Moreover, the seal of the piston is not carried out with an O ring in the side like before. Therefore, there are not frictional force by it and elastic shearing stress. That is, external stress is not eased by frictional force and elastic shearing stress like before. Therefore, it becomes the pressure sensor which detects an external pressure with a very sufficient precision.

[0012] Moreover, the pressure sensor of a claim 2 is formed so that the upper-limit section of a piston and the upper-limit section of a piston guide means may become an abbreviation same flat surface. For example, if a piston 10 projects from a piston guide means as shown in drawing 5, the pressure septum film 13 will deform, as shown in drawing 5 (c), (b), and (a), and the effective area of diaphragm will change. It is the effective area of diaphragm S1, S2, and S3 If expressed, it will be  $S1 > S2 > S3$ . It becomes and the pressure which receives pressure the more the more the amount of protrusions is large increases. If it puts in another way, it will become the sensor by which pressure susceptibility differs according to the amount of protrusions. That is, it becomes a nonlinear pressure sensor. According to the composition of this invention, the upper-limit section of a piston and the upper-limit section of a piston guide means are formed so that it may become an abbreviation same flat surface. That is, it is the composition which is not influenced by the pressure septum film of deformation, i.e., the composition that the effective area of diaphragm is always fixed ( $=S3$ ). Therefore, an external pressure is correctly transmitted to alignment with a piston. That is, according to the composition of this invention, an external pressure is correctly detectable.

[0013] Moreover, according to the pressure sensor of a claim 3, the binder was applied to the rear-face periphery, and the pressure septum film is pasted up on the piston guide means upper-limit section. Thereby, the seal of the exterior and the interior of a piston is carried out completely, and they are isolated. Therefore, \*\*\*\* inside [ of the external pressure of a piston ] a piston or \*\*\*\* to the exterior of an internal pressure is prevented completely. Therefore, an external pressure is detected without error. Moreover, the pressure detection element installed in a piston lower part can be completely protected from an external medium. Furthermore, the binder mixing prevention film which prevents mixing to the piston sliding section of a binder is formed in the rear-face center section of the pressure septum film. Thereby, there is no mixing to the sliding section of a binder. Therefore, a piston can be displaced smoothly. That is, it

becomes the pressure sensor which detects an external pressure correctly, without being influenced of a binder.  
 [0014] Moreover, according to the pressure sensor of a claim 4, the piston has the flange in the lower part. At the time of negative pressure, as for this flange, the operation is controlled in contact with a piston guide means. That is, the protrusion to the exterior of a piston is prevented. Therefore, it becomes the safe pressure sensor which is not destroyed at the time of negative pressure, either.

[0015] Moreover, according to the pressure sensor of a claim 5, the solid lubricant is applied to the piston sliding section. This piston sliding section means the side of the interior of a piston guide means, and a piston. Since the solid lubricant is applied, a piston can always slide on the piston sliding section smoothly by no supplying with oil. Namely, a piston cannot be influenced of the frictional force by sliding, but can transmit an external pressure with a sufficient precision. Namely, the pressure sensor of this claim can detect an external pressure with a more sufficient precision. In addition, solid lubricants are particles, such as molybdenum disulfide, and the application is performed for example, by distributed plating here. The above-mentioned particle is exposed by sliding of a piston and a piston slides smoothly with the self-lubricity of the particle.

[0016]  
 [Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, this invention is not limited to the following example.

(The 1st example) The 1st example of the pressure sensor of this invention is shown in drawing 1. Drawing is a composition cross section. The pressure sensor of this example Pressures, such as oil pressure O ring 15 for sticking the piston 10 to transmit, the housing 18 which has the piston guide section 11 which is a piston guide means, the pressure septum film 13 which isolates the exterior and the interior of the piston guide section 11, and the pressure septum film 13 in the upper-limit section of the piston guide section 11, It consists of lead wire 16 for taking out the detecting signal from the fixed lid 17 which has the pressure induction 12 which introduces pressure mediums, such as a liquid, and fixes the pressure septum film 13 through O ring 15, the high pressure detection section 20 of compression rigidity which detects the variation rate of a piston 10, and the pressure detection section 20.

[0017] In the above-mentioned composition, the upper-limit section of the upper-limit section of a piston 10 and the piston guide section 11 is installed so that it may become the same flat surface mostly. That is, it is the composition of designing the variation rate of a piston to several micrometers at the time of pressure impression, and detecting high pressure with this variation rate of several micrometers. Moreover, the above-mentioned pressure septum film 13 is for example, the Teflon (registered trademark) tape on which the binder was applied to the rear-face periphery. This Teflon tape prevents the pressure leakage from a crevice (piston sliding section 14) while making deformation free according to the pressure from the above-mentioned pressure induction 12.

[0018] The pressure detection section 20 is shown in drawing 2. The pressure detection section 20 consists of a distorted resistance element 23 formed on the substrate 25 and the substrate 25, an electrode 24, and the pressure carrier 21 of the shape of a semi-sphere of high rigidity and the rectangle-like pressure carrier 22 which transmits a pressure. Here, a substrate 25 is a silicon substrate and the distorted resistance element 23 is a piezoresistive element formed of the thin film coating technology, for example on the silicon substrate.

[0019] Next, the operation is explained. Here, it explains as a pressure sensor which detects oil pressure, for example. If oil pressure rises, a pressure will be introduced from the pressure induction 12 and the pressure septum film 13 will be pressed. Since the pressure septum film 13 can deform freely, a pressure is transmitted to a piston 10 as it is, without being eased by the pressure septum film 13. And piston 10 transmits the pressure to the lower pressure detection section 20. In addition, although mentioned later, this transfer is the variation rate of several micron order of the above-mentioned pressure septum film 13 and this piston 10 in detail.

[0020] The pressure detection section 20 receives pressure by the pressure carrier 21 of the shape of an above-mentioned semi-sphere in this pressure. Since it is a semi-sphere-like, the pressure from a piston 10 is received by about one point of a core, it distributes isotropic and it is transmitted. And the pressure distributed isotropic presses the above-mentioned distorted resistance element 23, and is made to transform it by the rectangle-like pressure carrier 22. That is, it distributes isotropic and the above-mentioned pressure is transmitted to the distorted resistance element 23. The distorted resistance element 23 is an element from which the resistivity changes according to distortion (stress deformation). And by the detector which is not illustrated, change of this resistivity is detected and the pressure fluctuation of the pressure induction 12 is detected. Although deformation of the distorted resistance element 23 is the infinitesimal deformation of micron order, if the amplifier which is not illustrated is used, it will be detected as a big electrical signal.

[0021] At this time, the upper-limit section of a piston 10 and the piston guide section 11 serves as the same flat surface. Thereby, the effective area of diaphragm of a piston 10 is not depended on an impressed pressure, but it becomes almost fixed. That is, a pressure is correctly detected in alignment. Moreover, the pressure septum film 13 is

formed in the upper-limit section of the piston guide section 11 so that the upper-limit section of a piston 10 may be covered as mentioned above. That is, the exterior which should be measured, and the interior where the pressure detecting element 20 is arranged are isolated completely. Therefore, an external pressure does not \*\*\*\* inside the piston guide section 11. That is, it becomes the pressure sensor which detects a pressure certainly without error. Moreover, the pressure detection section 20 is completely protected from oil pressure media, such as an oil, by this pressure septum film 13.

[0022] Moreover, the seal of the piston 10 is not carried out with an O ring on the side like before. Therefore, a piston 10 can be freely displaced along with the piston sliding section 14. Therefore, external stress is not eased by the frictional force by the sealant, and elastic shearing stress like before. That is, it becomes the pressure sensor which detects an external pressure with a very sufficient precision. In addition, although the above-mentioned example explained the pressure sensor through an oil, it is applicable also to the pressure sensor through a gas.

[0023] (The 2nd example) The 2nd example of the pressure sensor of this invention is shown in drawing 3. Drawing is a composition cross section. The same sign is described to the same part as the pressure sensor of the 1st example. The feature of this pressure sensor is that binder mixing prevention film 13a was formed in the rear face of the pressure septum film 13. This binder mixing prevention film 13a is Teflon membrane, aluminum foil, etc. When using a pressure sensor for a long period of time, it is possible that the binder applied to the rear face of the pressure septum film 13 mixes in the piston sliding section 14. In this example, larger binder mixing prevention film 13a than the cross section of a piston 10 is formed in the rear face of the pressure septum film 13. Therefore, defluxion of a binder is prevented. That is, mixing of the binder to the piston sliding section 14 is prevented. Thereby, the performance of a pressure sensor is guaranteed over a long period of time.

[0024] (The 3rd example) The 3rd example of the pressure sensor of this invention is shown in drawing 4. Drawing is a composition cross section. In addition, the same sign is described to the same part as the pressure sensor of the 1st example. The feature of this pressure sensor is having formed the flange 30 in the lower part of a piston 10. As shown in drawing 5 (a) and (b), when negative pressure is impressed to the pressure sensor of the 1st example or the 2nd example, a piston 10 will project from the upper-limit section of the piston guide section. When the negative pressure is large, destroying the above-mentioned pressure septum film 13 is assumed. In this example, a flange 30 is formed in the lower part of a piston 10 ( drawing 4 ), and the flange 30 contacts the lower end face of the piston guide section 11 at the time of negative pressure. That is, the protrusion to the exterior of a piston 10 is prevented. Therefore, it becomes the safe pressure sensor which is not destroyed at the time of negative pressure, either.

[0025] (The 4th example) The feature of this pressure sensor is having applied the solid lubricant to the side of a piston 10 and the inside 14 of the piston pin guide section 11, i.e., the piston sliding section. Solid lubricants are molybdenum disulfide and graphite, and graphite fluoride, a fluororesin, etc., and those self-lubricant is applied by for example, nickel distribution plating. [ which have a self-lubrication action ] If a piston 10 slides within the piston guide section 11, it will be exposed to the piston sliding section 14, and the solid lubricant distributed during nickel plating will make sliding of a piston 10 lubricous. That is, it can be smoothly slid on a piston 10 by no supplying with oil for a long period of time. Thereby, the frictional force at the time of sliding of a piston 10 is always reduced. Namely, a piston cannot be influenced of the frictional force by sliding, but can always transmit an external pressure with a sufficient precision. Namely, according to the pressure sensor of this claim, an external pressure is detectable with a sufficient precision over a long period of time.

[0026] (Modification) The above-mentioned example is one example of this invention, and deformation various otherwise is possible for it. For example, the 1st example or the 3rd example performed pressure detection by the distorted resistance element 23. This is the example which changed the deformation amount by the variation rate of a piston 10 into the electrical signal by the distorted resistance element 23. the form of others [ variation rate / of this piston 10 ] -- high -- it is also detectable by the rigidity sensor for example, between the inferior surface of tongue of a piston 10, and a substrate 25 -- high -- a rigidity spring is prepared and an electrode is formed in the field which counters And you may detect the variation rate of a piston 10, i.e., an external pressure, by change of the electrostatic capacity. Moreover, the spring of high rigidity may be prepared similarly and the variation rate of a piston 10 may be detected by the optical sensor and the magnetometric sensor.

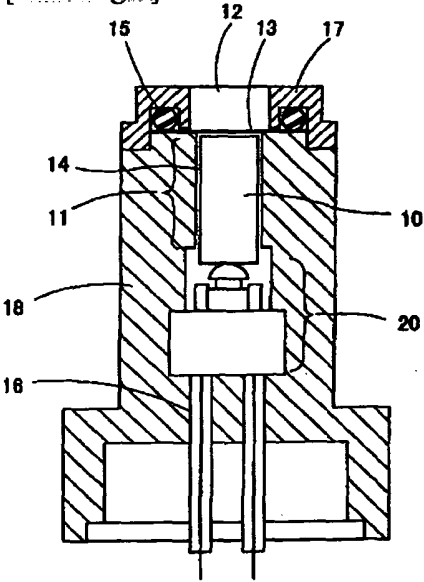
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

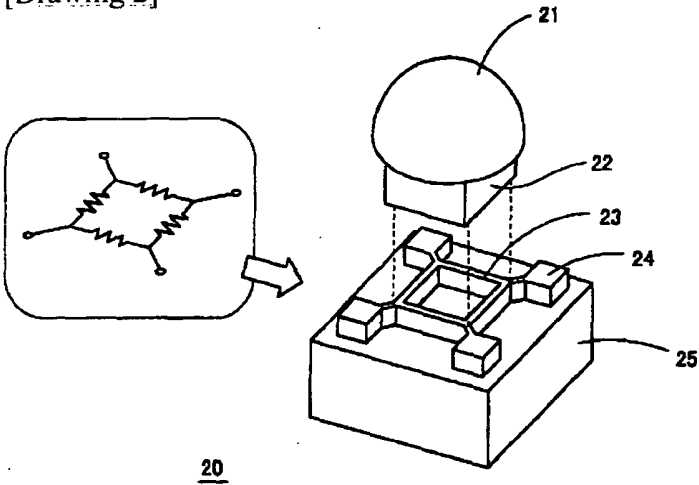
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

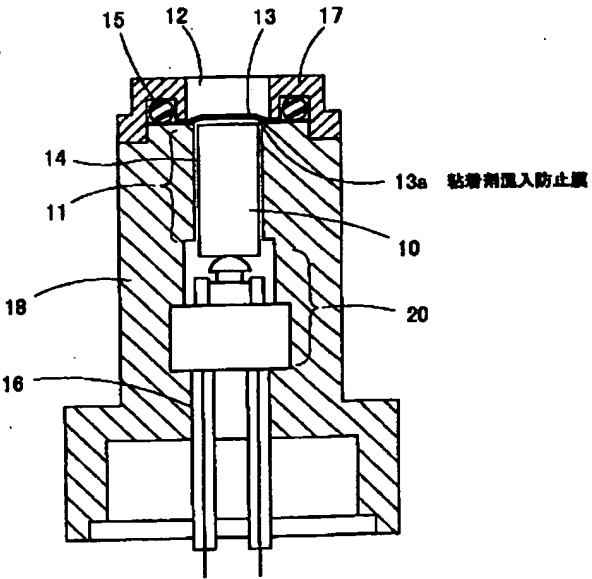
[Drawing 1]



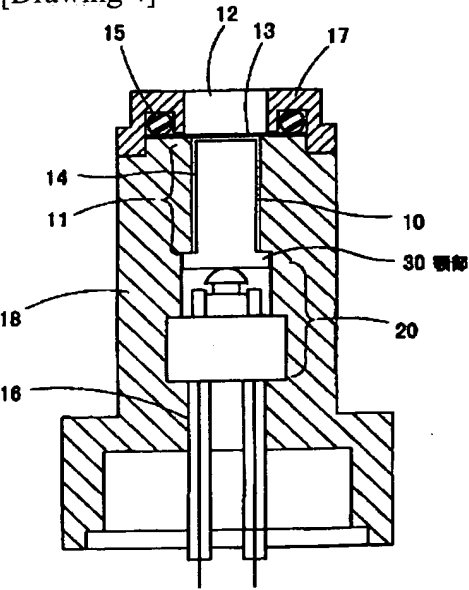
[Drawing 2]



[Drawing 3]

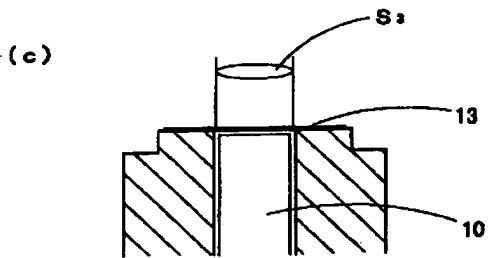
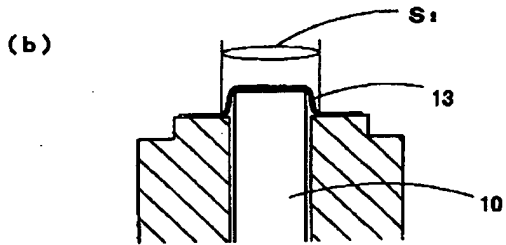
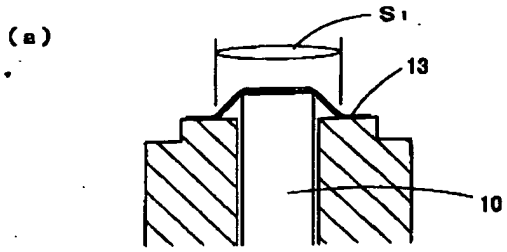


[Drawing 4]

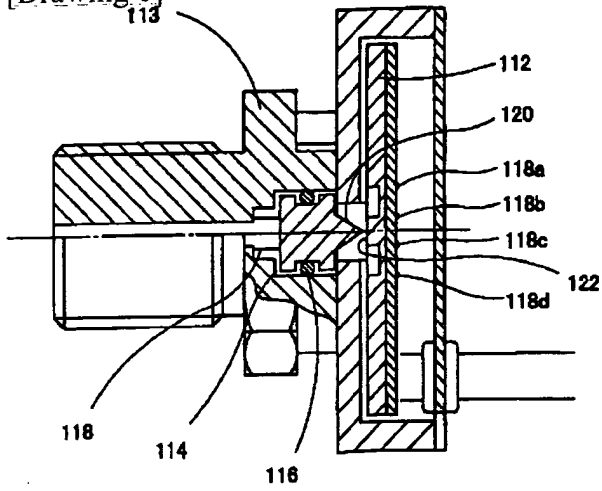


[Drawing 5]





[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001305001 A**

(43) Date of publication of application: **31.10.01**

(51) Int. Cl.

**G01L 19/06**  
**G01L 9/04**

(21) Application number: **2000123893**

(22) Date of filing: **25.04.00**

(71) Applicant: **TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC**

(72) Inventor: **TSUKADA ATSUSHI  
MIZUNO KENTAROU  
NONOMURA YUTAKA  
TOKUMITSU SANAE**

**(54) PRESSURE SENSOR**

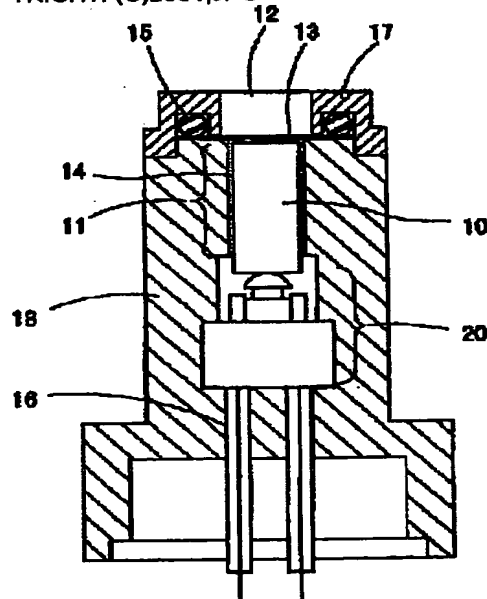
**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a highly precise pressure sensor.

**SOLUTION:** This sensor transmits a pressure to a pressure detection part 20 by a piston 10 and detects the external pressure. The piston 10 is so arranged that its top end and the top end of a piston guide part 11 are flush with each other. A pressure diaphragm 13 is arranged on the same plane and tightly sealed by an O ring 15 and a fixed cover 17. This constitution can shield the external pressure parts and the internal pressure part and prevent the pressure leakage. The pressure detection part 20 is set to a highly rigid type pressure sensor. This constitution can make the displacement of the pressure diaphragm 13 and the piston to several  $\mu\text{m}$  and set the pressure bearing area constant irrelevant to the impressed pressure. The pressure can be detected linearly accurately. A solid lubricant is applied on a piston sliding part 14. This application reduces the friction force of

the piston 10 so as to highly precisely detect the external pressure.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-305001  
(P2001-305001A)

(43) 公開日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 1 L 19/06		G 0 1 L 19/06	A 2 F 0 5 5
9/04	1 0 1	9/04	1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-123893 (P2000-123893)

(22) 出願日 平成12年4月25日 (2000. 4. 25)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 塚田 厚志

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 水野 健太郎

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100087723

弁理士 藤谷 修

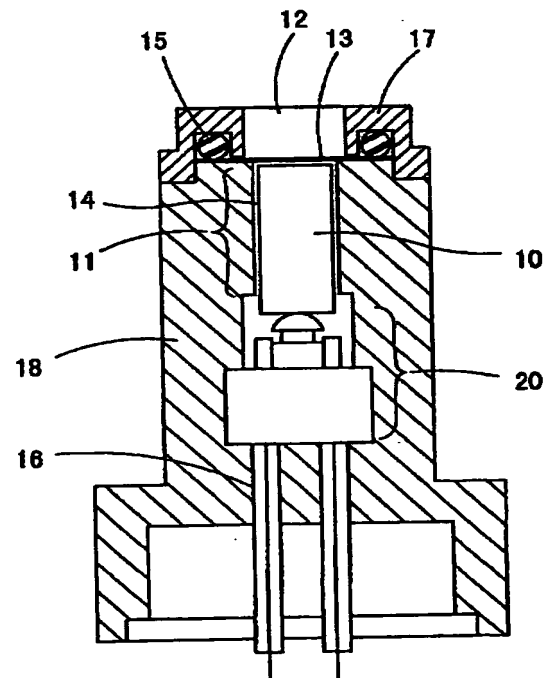
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 高精度な圧力センサを提供する。

【解決手段】 ピストン10で圧力を圧力検知部20に伝達し外部圧力を検知するセンサである。ピストン10を、その上端部とピストンガイド部11の上端部が同一平面になるよう配置する。そして、その同一平面に圧力隔壁膜13を配置しOリング15と固定蓋17で密封する。これにより、外圧部と内圧部が遮断されて圧力漏れが防止される。又、圧力検知部20を高剛性型の圧力センサとする。これにより、圧力隔壁膜13とピストン10の変位は数 $\mu$ mになり、印加圧力に係わらず受圧面積は常に一定になる。よって、圧力を線形的に正確に検知することができる。又、ピストン摺動部14に固体潤滑剤を塗布する。これにより、ピストン10の摩擦力が減少されて、外部圧力が更に高精度に検出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】気体又は液体の圧力を検出する圧力センサであって、

前記圧力を伝達するピストンと、

該ピストンをピストン摺動部に沿って摺動させるピストンガイド手段と、

該ピストンガイド手段の上端部に設けられ、該ピストンガイド手段の内部と測定すべき外部とを隔離する圧力隔壁膜と、

前記ピストンの変位を電気信号に変換して検知する圧力検知素子とからなることを特徴とする圧力センサ。

【請求項2】前記ピストンの上端部と前記ピストンガイド手段の上端部は、略同一平面になるよう形成されることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ。

【請求項3】前記圧力隔壁膜は、その裏面周辺部に粘着剤が塗布されて前記ピストンガイド手段の上端面に接着され、前記裏面中央部には前記粘着剤の前記ピストン摺動部への混入を防止する粘着剤混入防止膜が形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の記載の圧力センサ。

【請求項4】前記ピストンは下部に鋸部を有し、負圧時には該鋸部が上記ピストンガイド手段に当接して前記ピストンの外部への突出が防止されることを特徴とする請求項1乃至請求項3に記載の何れか1項に記載の圧力センサ。

【請求項5】前記ピストン摺動部には、固体潤滑剤が塗布されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の圧力センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に形成された圧力検知素子で外部圧力を検知する圧力センサに関する。特に、圧力をピストンで精度よく伝達させ、そのピストンを圧力検知素子に作用させて検出する高精度な圧力センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、歪抵抗を用いた圧力センサがある。それは、ダイヤフラム上に歪抵抗であるピエゾ抵抗素子を形成し、圧力によるダイヤフラムの撓みをそのピエゾ抵抗素子で検出して圧力に変換するものである。他に、例えば特開平6-94556がある。図6にその構成断面図を示す。これは、主に頭頂部120を有するピストン114とそのピストン114を変位させるピストンガイド113とピストン114による押圧を検知するダイヤフラム112から構成されている。詳細には、スプリング118によってピストン114の頭頂部120を常時ダイヤフラム112に押圧させておき、圧力印加時のピストン114の変位即ち圧力変動をダイヤフラム112上に形成した歪抵抗118a~118dで検出するセンサである。

【0003】上記構成の特徴は、ピストン114の他端に頭頂部120を形成したことである。これは、ダイヤフラム112との接触点を常に同一点とし再現性よく圧力を検出する構成である。又、それによりセンサ間の検出値のバラツキを減少させる構成である。又、この頭頂部120とダイヤフラム112の中央部が突出した中央剛体部122による受圧構造も特徴である。これにより、センサが耐高圧化される。通常、圧力センサを耐高圧化する場合は、センサの破壊防止のためダイヤフラムを厚くする必要がある。ダイヤフラムを厚くすると撓み量が減少し感受率が減少することになる。しかしながら、上記受圧構造はダイヤフラム112裏面の歪抵抗118a~118d近傍をより効率的に湾曲させ、歪感受率即ち圧力感受率を増大させている。即ち、ダイヤフラムを厚くしても高圧力を精度よく検出する構成である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のダイヤフラムのみを用いた圧力センサでは、高圧下ではそのダイヤフラム自身が破損する可能性があった。又、高圧を測定するためにはダイヤフラムを厚くすることが考えられ、上述のようにダイヤフラムを厚くするとダイヤフラム全体の歪量（感受率）が減少し、高圧を精度良く検出することはできなかった。又、上記特開平6-94556は、図6に示すようにリング116でピストン114を囲み、測定すべき外部とセンサである歪抵抗118a~118dがおかれている内部とを隔離している。しかしながら、この構成では圧力印加時にはピストン114とリング116間に摩擦力及び弾性剪断応力が生じ、正確に外部圧力を歪抵抗118a~118dに伝達することができなかった。即ち、正確には外部圧力を検出することができなかった。

【0005】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、その目的は圧力隔壁膜で完全に外圧部と内圧部を遮断して圧力漏れを防止するとともにそのピストンの受圧面積を一定とし、外部圧力を高精度に検出する高精度圧力センサを提供することである。又、ピストン下部に鋸部を設け、負圧時にはその鋸部がピストンガイドに当接してセンサ自体が破壊されない安全な圧力センサを提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために請求項1の圧力センサは、気体又は液体の圧力を検出する圧力センサであって、圧力を伝達するピストンと、そのピストンをピストン摺動部に沿って摺動させるピストンガイド手段と、ピストンガイド手段の上端部に設けられピストンガイド手段の内部と測定すべき外部とを隔離する圧力隔壁膜と、ピストンの変位を電気信号に変換して検知する圧力検知素子とを備えたことを特徴とする。

【0007】又、請求項2の圧力センサは、ピストンの

上端部とピストンガイド手段の上端部とが略同一平面になるよう形成されることを特徴とする。

【0008】又、請求項3の圧力センサによれば、圧力隔壁膜はその裏面周辺部に粘着剤が塗布されてピストンガイド手段の上端面に接着され、その裏面中央部には粘着剤のピストン摺動部への混入を防止する粘着剤混入防止膜が形成されていることを特徴とする。

【0009】又、請求項4の圧力センサはピストン下部に鈎部を有し、負圧時にはその鈎部が上記ピストンガイド手段に当接してピストンの外部への突出が防止されることを特徴とする。又、請求項5の圧力センサは、ピストン摺動部に固体潤滑剤が塗布されていることを特徴とする。

【0010】

【作用及び効果】請求項1の圧力センサによれば、ピストンガイド手段の内部にはピストンが内挿され、ピストンガイド手段内部の摺動部に沿って変位自在に構成されている。そして、ピストンガイド手段の上端部には外部と内部を隔離する圧力隔壁膜が設けられ、ピストンの下方にはピストンの変位を電気信号に変換する圧力検知素子が配置されている。外部から圧力が印加されると、圧力隔壁膜を介してピストンが圧力を受けピストンガイド手段に沿って変位し、ピストン下方に設けられた圧力検知素子を押圧する。そして、圧力検知素子はその押圧による例えば歪量に比例した電気信号を出力する。この時、押圧はピストンの変位によって生じる。よって、圧力検知素子はピストンの変位を物理量の変化で検出する全ての素子を含む。例えば、圧力検知素子は変位を検出する静電容量型検出素子、ホール素子、光学素子、歪抵抗素子等を含む。

【0011】この構成により、圧力隔壁膜は測定すべき外部と圧力検出素子が配置される内部を完全に隔離する。即ち、外部圧力を内部に漏溢させることはない。よって、圧力漏れによって誤差を生じさせない圧力センサとなる。又、ピストンは従来のようにその側面をリングでシールされていない。よって、それによる摩擦力、弾性剪断応力がない。即ち、従来のように摩擦力、弾性剪断応力によって外部応力が緩和される事がない。従って、極めて精度良く外部圧力を検出する圧力センサとなる。

【0012】又、請求項2の圧力センサは、ピストンの上端部とピストンガイド手段の上端部とが略同一平面になるよう形成されている。例えば、図5に示すようにピストン10がピストンガイド手段より突出すると、圧力隔壁膜13が図5(c)、(b)、(a)のように変形し有効受圧面積が変化する。有効受圧面積を $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ で表せば $S_1 > S_2 > S_3$ となり、突出量が大きければ大きいほど受圧する圧力が増大する。換言すれば、突出量に応じて圧力感受率が異なるセンサとなる。即ち、非線形な圧力センサとなる。本発明の構成に

よれば、ピストンの上端部とピストンガイド手段の上端部とは略同一平面になるよう形成されている。即ち、圧力隔壁膜の変形の影響を受けない構成、即ち常に有効受圧面積が一定(=  $S_3$ )になる構成である。よって、外部圧力がピストンによって線形に正確に伝達される。即ち、本発明の構成によれば正確に外部圧力を検出することができる。

【0013】又、請求項3の圧力センサによれば、圧力隔壁膜はその裏面周辺部には粘着剤が塗布されてピストンガイド手段上端部に接着されている。これにより、ピストンの外部と内部が完全にシールされて隔離される。よって、ピストンの外部圧力のピストン内部への漏溢、又は内部圧力の外部への漏溢が完全に防止される。よって、外部圧力は誤差なく検出される。又、ピストン下方に設置される圧力検知素子を外部媒体から完全に保護することができる。更に、圧力隔壁膜の裏面中央部には粘着剤のピストン摺動部への混入を防止する粘着剤混入防止膜が形成されている。これにより、粘着剤の摺動部への混入はない。よって、ピストンは滑らかに変位することができる。即ち、粘着剤の影響を受けることなく、正確に外部圧力を検出する圧力センサとなる。

【0014】又、請求項4の圧力センサによれば、ピストンは下部に鈎部を有している。この鈎部は、負圧時にはピストンガイド手段に当接してその動作が制止される。即ち、ピストンの外部への突出が防止される。よって、負圧時にも破壊されることの無い安全な圧力センサとなる。

【0015】又、請求項5の圧力センサによれば、ピストン摺動部には固体潤滑剤が塗布されている。このピストン摺動部は、ピストンガイド手段内部とピストンの側面を意味する。そのピストン摺動部には、固体潤滑剤が塗布されているのでピストンは無給油で常に滑らかに摺動することができる。即ち、ピストンは摺動による摩擦力の影響を受けず、精度良く外部圧力を伝達することができる。即ち、本請求項の圧力センサは、より精度良く外部圧力を検出することができる。尚、ここで固体潤滑剤は、例えば二硫化モリブデン等の微粒子であり、その塗布は例えば分散メッキで行われる。上記微粒子は、ピストンの摺動により露出され、ピストンはその微粒子の自己潤滑性によって滑らかに摺動するのである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、本発明は下記実施例に限定されるものではない。

(第1実施例) 図1に本発明の圧力センサの第1実施例を示す。図は、構成断面図である。本実施例の圧力センサは、油圧等の圧力を伝達するピストン10、ピストンガイド手段であるピストンガイド部11を有するハウジング18、ピストンガイド部11の外部と内部を隔離する圧力隔壁膜13、圧力隔壁膜13をピストンガイド部

11の上端部に密着させるためのOリング15、液体等の圧力媒体を導入する圧力導入部12を有しOリング15を介し圧力隔壁膜13を固定する固定蓋17、ピストン10の変位を検出する圧縮剛性の高い圧力検知部20、圧力検知部20からの検出信号を取り出すためのリード線16から構成される。

【0017】上記構成において、ピストン10の上端部とピストンガイド部11の上端部はほぼ同一平面になるように設置されている。即ち、圧力印加時においてもピストンの変位を数 $\mu\text{m}$ に設計し、この数 $\mu\text{m}$ の変位で高圧を検出する構成である。又、上記圧力隔壁膜13は裏面周辺部に粘着剤が塗布された例えばテフロン（登録商標）テープである。このテフロンテープは上記圧力導入部12からの圧力に応じて変形自在とするとともに隙間（ピストン摺動部14）からの圧力漏れを防止するものである。

【0018】図2に圧力検知部20を示す。圧力検知部20は、基板25、基板25上に形成された歪抵抗素子23、電極24、そして圧力を伝達する高剛性の半球状の圧力伝達体21と方形状の圧力伝達体22から構成される。ここで、基板25は例えばシリコン基板であり、歪抵抗素子23は例えばそのシリコン基板上に薄膜形成技術によって形成されたピエゾ抵抗素子である。

【0019】次に、その動作を説明する。ここでは、例えば油圧を検出する圧力センサとして説明する。油圧が上昇すると圧力導入部12から圧力が導入され、圧力隔壁膜13が押圧される。圧力隔壁膜13は変形自在であるので、圧力は圧力隔壁膜13に緩和されずにピストン10にそのまま伝達される。そしてピストン10は、その圧力を下部の圧力検知部20に伝達する。尚、後述するが、この伝達は詳細には上記圧力隔壁膜13とこのピストン10の数ミクロンオーダーの変位である。

【0020】圧力検知部20は、この圧力を上記半球状の圧力伝達体21で受圧する。半球状であるのでピストン10からの圧力を中心部のほぼ一点で受け、それを等方的に分散して伝達する。そして、等方的に分散された圧力は方形状の圧力伝達体22によって上記歪抵抗素子23を押圧しそれを変形させる。即ち、上記圧力が等方的に分散されて歪抵抗素子23に伝達される。歪抵抗素子23は、歪（応力変形）に応じてその抵抗率が変化する素子である。そして、図示しない検出器によってこの抵抗率の変化が検知され、圧力導入部12の圧力変動が検知される。歪抵抗素子23の変形はミクロンオーダーの微小変形であるが、図示しない増幅器を用いれば大きな電気信号として検知される。

【0021】この時、ピストン10とピストンガイド部11の上端部は同一平面となっている。これにより、ピストン10の有効受圧面積を印加圧力によらずほぼ一定となる。即ち、圧力は線形的に正確に検出される。又、圧力隔壁膜13は上述の様にピストン10の上端部を覆

うようにピストンガイド部11の上端部に形成されている。即ち、測定すべき外部と圧力検出部20が配置される内部が完全に隔離されている。よって、外部圧力がピストンガイド部11の内部に漏溢することはない。即ち、確実に誤差なく圧力を検知する圧力センサとなる。又、この圧力隔壁膜13によって圧力検知部20は油等の油圧媒体から完全に保護される。

【0022】又、ピストン10は従来のようにその側面でOリングでシールされていない。よって、ピストン10はピストン摺動部14に沿って変位自在となっている。従って、従来のようにシール材による摩擦力、弾性剪断応力によって外部応力が緩和される事がない。即ち、極めて精度良く外部圧力を検出する圧力センサとなる。尚、上記実施例では油を媒体とする圧力センサを説明したが、気体を媒体とする圧力センサにも適用できる。

【0023】（第2実施例）図3に本発明の圧力センサの第2実施例を示す。図は、構成断面図である。第1実施例の圧力センサと同じ部位には同じ記号が記してある。この圧力センサの特徴は、粘着剤混入防止膜13aが圧力隔壁膜13の裏面に形成されたことである。この粘着剤混入防止膜13aは、例えばテフロン膜、アルミ箔等である。圧力センサを長期間使用する場合、圧力隔壁膜13の裏面に塗布された粘着剤がピストン摺動部14に混入することが考えられる。本実施例では、ピストン10の断面より大きい粘着剤混入防止膜13aが圧力隔壁膜13の裏面に形成されている。従って、粘着剤の脱落が防止される。即ち、ピストン摺動部14への粘着剤の混入が防止される。これにより、圧力センサの性能が長期間に渡り保証される。

【0024】（第3実施例）図4に本発明の圧力センサの第3実施例を示す。図は、構成断面図である。尚、第1実施例の圧力センサと同じ部位には同じ記号が記してある。この圧力センサの特徴は、ピストン10の下部に鉤部30を形成したことである。第1実施例又は第2実施例の圧力センサに負圧が印加された場合、ピストン10は図5(a)、(b)の様にピストンガイド部の上端部から突出することになる。その負圧が大きい場合は、上記圧力隔壁膜13を破壊することが想定される。本実施例では、ピストン10の下部に鉤部30を形成し（図4）、負圧時にはその鉤部30がピストンガイド部11の下部端面に当接する。即ち、ピストン10の外部への突出が防止される。よって、負圧時にも破壊されることのない安全な圧力センサとなる。

【0025】（第4実施例）この圧力センサの特徴は、ピストン10の側面とピストンガイド部11の内面、即ちピストン摺動部14に固体潤滑剤を塗布したことである。固体潤滑剤は、自己潤滑作用を有する二硫化モリブデン、グラファイト、フッ化黒鉛、フッ素樹脂等であり、それらの自己潤滑剤が例えばNi分散メッキに

よって塗布されている。ピストン10がピストンガイド部11内で摺動すると、Niメッキ中に分散された固体潤滑剤がピストン摺動部14に露出され、ピストン10の摺動を潤滑にする。即ち、ピストン10は長期間、無給油で滑らかに摺動することができる。これにより、ピストン10の摺動時の摩擦力が常に低減される。即ち、ピストンは摺動による摩擦力の影響を受けず、常に精度良く外部圧力を伝達することができる。即ち、本請求項の圧力センサによれば、長期間に渡り精度良く外部圧力を検出することができる。

【0026】(変形例) 上記実施例は本発明の1実施例であり、他に様々な変形が可能である。例えば、第1実施例乃至第3実施例では圧力検知を歪抵抗素子23で行った。これは、ピストン10の変位による歪量を歪抵抗素子23により電気信号に変換した例である。このピストン10の変位は、他の形式の高剛性なセンサで検知することもできる。例えば、ピストン10の下面と基板25間に高剛性なバネを設け、その対向する面に電極を形成する。そして、その静電容量の変化でピストン10の変位、即ち外部圧力を検知してもよい。又、同様に高剛性のバネを設けピストン10の変位を光学式センサ、磁気センサで検知してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例に係る圧力センサの構成断面図。

【図2】 本発明の第1実施例に係る圧力検知部の構成俯瞰図。

【図3】 本発明の第2実施例に係る圧力センサの構成断面図。

【図4】 本発明の第3実施例に係る圧力センサの構成断面図。

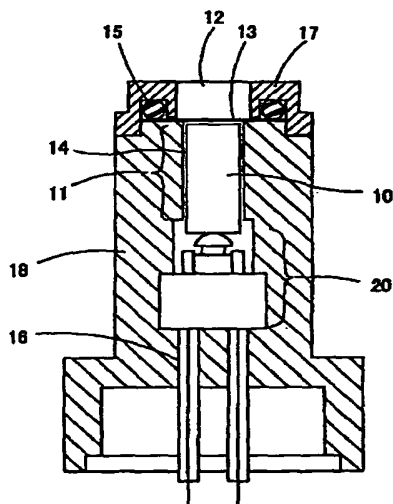
【図5】 ピストンの突出量と受圧面積の関係を示す説明図。

【図6】 従来の圧力センサを説明する構成断面図。

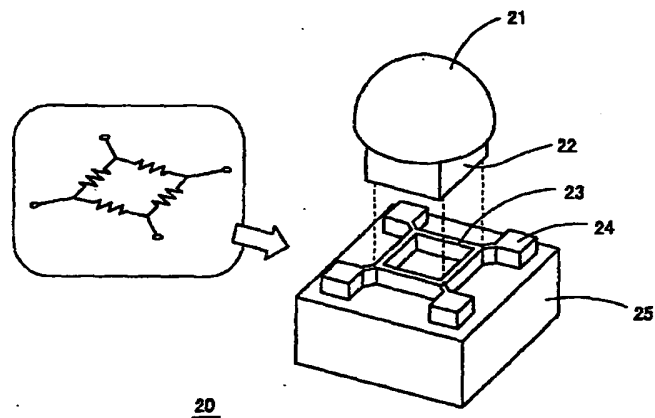
【符号の説明】

10	ピストン
11	ピストンガイド部
12	圧力導入部
13	圧力隔壁膜
13a	粘着剤混入防止膜
14	ピストン摺動部
15	Oリング
16	リード線
20	圧力検知部
21	圧力伝達体
22	圧力伝達体
23	歪抵抗素子
24	電極
25	基板
30	鋳部

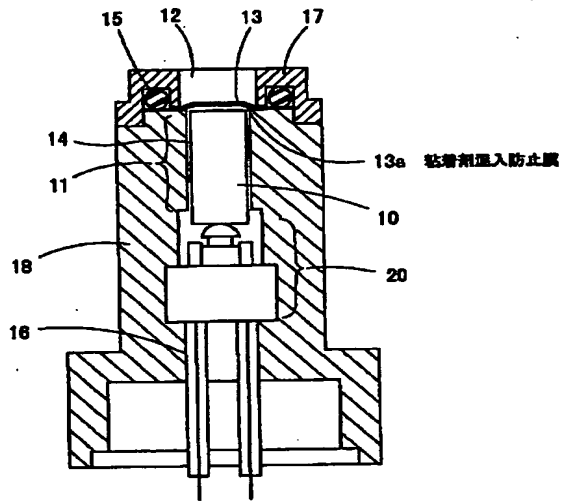
【図1】



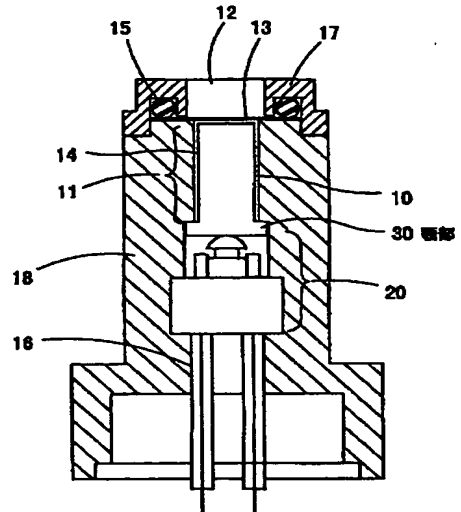
【図2】



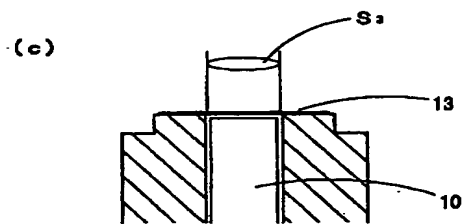
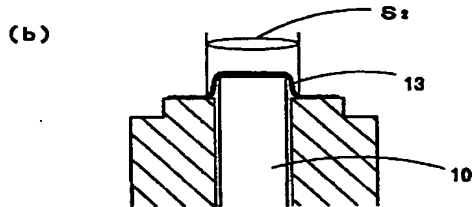
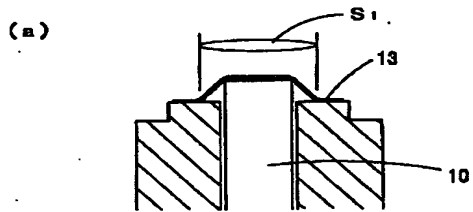
【図3】



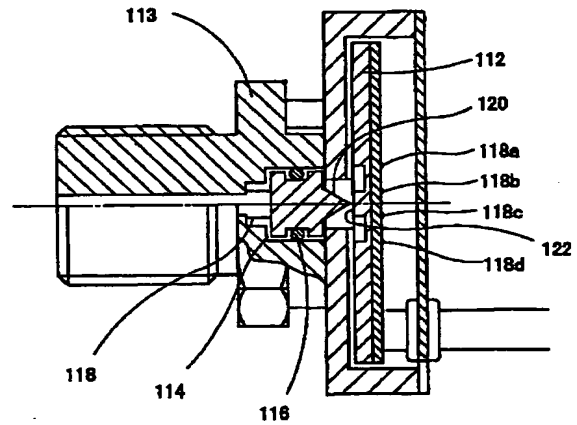
【図4】



【図5】



【図6】





フロントページの続き

(72)発明者 野々村 裕  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 徳光 早苗  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内  
Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD05 EE13  
EE25 EE31 EE39 FF11 FF38  
GG22